

Helsinki 11.6.2003

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 23 JUN 2003

WIPO PCT

Hakija
ApplicantOy Lifa IAQ Ltd
HelsinkiPatenttihakemus nro
Patent application no

20020700

Tekemispäivä
Filing date

11.04.2002

Kansainvälinen luokka
International class

B03C

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Sähkösuodatinrakenne"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Kristina Laukkasuo
Tarkastaja

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 50 e
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registrations of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A
P.O.Box 1160
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

BEST AVAILABLE COPY

Sähkösuodatinrakenne

5 Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdannon mukainen sähkösuodatinrakenne kaasu- ja hiukkassuodatin.

10 Tietoisuus ilman epäpuhtauksista ja niiden aiheuttamista terveyshaitoista on lisääntynyt huomattavasti viime vuosien aikana. Tutkimukset ovat osoittaneet, että kaasu- ja hiukkasmaiset epäpuhtaudet ovat selkeää sairastavuutta ja terveyshaittoja lisäävä ympäristöaltiste. Ongelmat ovat pahimmillaan suurissa kaupungeissa, joissa liikenteen ja energiantuotannon päästöt saastuttavat ilmaa. Terveyshaittojensa lisäksi ulkoilman epäpuhtaudet vaikuttavat myös aineiden korroosioon ja hapettumiseen.

15 Epäpuhtauksien kulkeutumista ulkoa rakennusten ja ajoneuvojen sisäilmaan pyritään vähentämään suodattamalla tuloilmaa. Nykyisin asuin-, toimisto- ja liikerakennuksissa tuloilma puhdistetaan pelkästään hiukkassuodattimilla; kaasujen suodatusta käytetään lähinnä erikoistilanteissa (esim. puhdastilat, sähkö- ja elektroniikkatilat).

20 Hiukkassuodattimien erotuskyky riippuu suuresti hiukkasen koosta. Kuitusuodattimet erottavat hyvin yli 5 μm :n kokoisia hiukkasia joita ovat esimerkiksi siitepöly. Liikenteen ja energiantuotannon päästöissä muodostuu kuitenkin pääasiassa pienhiukkasia (hiukkaskoko alle 1 μm) joiden suodattaminen onkin paljon vaikeampaa.

25 Eräs tehokas keino pienhiukkasten suodatukseen on kuviossa 1 esitetty sähkösuodatin, jonka toiminta perustuu sähkövarauksen omaavan hiukkasen ja sähkökentän hiukkaseen kohdistamaan voimaan. Tavanomaisissa ilmanvaihtosovellutuksissa käytetyissä kaksiasteisessa sähkösuodattimessa ilmavirta ja siinä olevat hiukkaset johdetaan ensin varaajaosan 1 läpi jossa ne varautuvat sähköisesti. Kuviossa näkyvät koronalangat 4 ja ionien reitti 3. Tämän jälkeen ilmavirta kulkee keruuosaan 2, joka muodostuu vuorottelevista keruu- 9 ja korkeajännite-elektrodeista 15 kuvion 1 mukaisesti. Kuviossa on hahmoteltu positiivisesti varatun hiukkasen 5 kulkua suodattimesta. Koronajännitteen arvo on tyypillisesti +8 kV ja keruulevyn +4 kV. Levyjen välimatka on tyypillisesti luokkaa 5 mm, joten levyjä on normaalikokoisessa

kennossa luokkaa 100 kappaletta. Sähkösuodattimen ongelmana onkin ratkaisun monimutkaisuus ja siitä johtuen sen kalleus. Samoin keruulevyille kertyvä pöly voi aiheuttaa läpilyöntejä, mikä johtaa terveydelle haitallisen otsonin tuottoon, epämiellyttävään ääneen sekä suodatustehokkuuden väliaikaiseen heikentymiseen.

5

Sähköistä suodatusta voidaan kuvion 2 mukaisesti soveltaa myös kuitusuodattimiin. Hiukkaset varataan samalla tavoin kuin sähkösuodattimessakin, mutta keruuosaa 2 muodostuu kuitusuodattimesta 7, jonka yli on järjestetty voimakas sähkökenttä metalliverkon 8 avulla. Tämäkään ratkaisu ei poista otsonituoton ongelmia.

10

Metalliverkolla 8 ei ole suodatuksellisia ominaisuuksia.

Viime aikoina on markkinoille tullut yhdistelmäsuodattimia, jotka suodattavat kaasuja ja hiukkasia. Näiden yhdistelmäsuodattimien erotusaste on kuitenkin varsin vaatimaton pienhiukkasille (kuuluvat yleensä suodatinluokkaan EU6 - EU7, mikä tarkoittaa että esim. 0,3 mikrometrin kokoisista hiukkasista nämä suodattavat likimain puolet tai vähemmän). Suodattimien kaasujen varauskyky on varsin vaatimaton nimellisilmavirtaan nähden. US Patentissa 5,108,470 (Charging element having odor and gas absorbing properties for an electrostatic air filter) on kuvattu suodatin, jossa aktiivihiiltä sisältävä tasomainen elektrodi on sijoitettu kahden suodatinrakenteen väliin.

15

Aktiivihiilielektrodi on kytketty sähköiseen virtapiiriin. Rakennetta ympäröivät metalliset elektrodit, joilla ei ole suodattavia ominaisuuksia. Suodatinrakenne on kohtisuorassa virtaussuuntaa vastaan.

20

Hakemuksessa WO 98/22222 (Device in connection with an electrostatic filter) on puolestaan kuvattu kuitusuodattimen sijoittaminen kahden tai useamman aktiivihiilielektrodin väliin. Virtauksen kulkusuunta tässä tapauksessa on kohtisuora elektrodeihin nähden.

25

Yleisesti tasomaisten suodatinratkaisujen ongelma on kaasusuodatinmateriaalin vähäinen määrä: jotta suodatin erottaisi tehokkaasti kaasumaisia epäpuhtauksia tulisi viipymäaika olla suodatinmateriaalin läpi riittävän suuri. Vähäisestä adsorbtiomäärästä johtuen esitettyjen ratkaisujen varauskyky kaasumaisille epäpuhtauksille jää alhaiseksi. Tämän vuoksi suodattimien käyttöaika jää lyhyeksi. Lisäämällä peräkkäisiä suodatusvaiheita

30

edellä esitettyjen vaihtoehtojen mukaisesti voidaan kaasujen suodatustehoa kasvattaa, mutta samalla kasvaa painehäviö.

5 Kaasusuodattimen kapasiteettia voidaan kasvattaa käyttämällä poimutettua rakennetta kuten patentissa US 5,549,735 (Electrostatic fibrous filter) on esitetty. Patentissa on kuvattu ratkaisu jossa on varaajaosa, korkeajännitteinen elektrodi jonka polariteetti on sama kuin varaajaosan sekä maadoitettu aktiivihilielektrodi. Korkeajännitteen avulla muodostetaan sähkökenttä metalliverkon ja aktiivihilielektrodin väliin.

10 Metalliverkolla ei ole suodattavia ominaisuuksia. Sähkökentän tekeminen tasaiseksi on vaikeaa, koska lähellä poimujen huippua elektrodien etäisyys poikkeaa helposti siitä mitä se on tasomaisella osuudella. Vekkiä valmistuksessa joudutaan tekemään tiivistyksiä poimujen ylä- ja alaosiin. Näiden on oltava lisäksi ilmaa läpäisemättömiä koska ylä- ja alaosat eivät osallistu suodatukseen.

15 Jotta saataisiin puhdasta tuloilmaa, tulisi suodattimen kyetä suodattamaan pienhiukkasten lisäksi mahdollisimman hyvin myös kaasumaiset epäpuhtaudet. Ongelmana on suodattimen painehäviö: nykyisillä ratkaisuilla tehokas yhtäaikainen hiukkas- ja kaasusuodatus ei ole mahdollista alhaisella painehäviöllä. Tehokas suodatus on myös kallis toteuttaa. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että olemassa oleviin ilmastointikoneisiin tarvittaisiin tehokkaammat ja samalla meluisammat puhaltimet jotta lisäsuodatuksen aiheuttama painehäviö saataisiin kompensoitua. Suodattimien painehäviön kasvaessa kuluu vastaavasti enemmän puhallinenergiaa, jolloin puhaltimien sähkönkulutus kasvaa vastaavasti.

20 Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada aivan uudentyyppinen hiukkassuodatin, jonka avulla edellä kuvatut tunnetun tekniikan ongelmat on mahdollista ratkaista.

25 Keksintö perustuu siihen, että ainakin toinen suodattimen elektrodeista on muodostettu sähköä heikosti johtavasta, ilmaa läpäisevästä, tyypillisesti huokoisesta materiaalista kuten aktiivihilestä pussimaiseksi. Lisäksi molemmat elektrodit sijoitetaan olennaisesti kaasun virtaussuunnan mukaisesti.

Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle hiukkassuodattimelle on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja.

5

Tämän keksinnön avulla voidaan ilma (tai jokin muu kaasu) puhdistaa tehokkaasti sekä kaasu- ja hiukkasmaisista epäpuhtauksista. Rakenteen ansiosta saavutetaan ratkaisu, jolla on alhainen painehäviö. Tämän vuoksi suodatin voidaan asentaa olemassa oleviin ilmanvaihtojärjestelmiin ilman, että tarvitaan muutoksia puhaltimissa. Alhaisten

10

Ratkaisun etuja ovat :

- tehokas yhdistetty hiukkas- ja kaasusuodatus,
- pitkä toiminta-aika mikäli käytetään huonekohtaisena suodattimena,
- 15 - alhainen painehäviö ja siten alhaiset energiakustannukset,
- sähkösuodattimissa esiintyvän haitallisen otsonin tuoton hallinta: kaasusuodatin poistaa koronapurkauksessa syntyvän otsonin,
- sähkösuodattimissa esiintyvän suodatinkennon puhdistustarpeen välttäminen: likaantuneet suodattimet vaihdetaan uusiin,
- 20 - yksinkertainen ja edullinen rakenne valmistaa,
- käytetty vaihdettava osa voidaan valmistaa materiaaleista, jotka voidaan hävittää esim. polttamalla,
- kuitusuodatin toimii samalla elektrodien eristemateriaalina,
- hiilikuituelektrodit voidaan valmistaa edullisesti esimerkiksi ompelemalla, jolloin
- 25 vaihdettavat suodatinosat ovat erittäin edullisia valmistaa.

Suodattimen vaihdon ansiosta päästään eroon myös sähkösuodattimelle tyypillisestä ongelmasta eli suodatinkennoille kerääntyneen lian puhdistamisesta. Kertynyt lika on usein vaikeasti puhdistettavaa, se voi syövyttää keruuelektrodeja ja se aiheuttaa läpilyöntejä keruu- ja jännite-elektrodin välille. Tämä puolestaan aiheuttaa otsonin tuottoa, keräystehokkuuden heikkenemistä ja epämiellyttävää ääntä. Epäluotettavuus onkin nykyisin eräs suurimmista sähköiseen suodatukseen liittyvistä ongelmista.

30

Keksintöä tarkastellaan seuraavassa esimerkkien avulla ja oheisiin piirustuksiin viitaten.

Kuvio 1 esittää kaaviomaisesti yhtä tunnetun tekniikan mukaista suodatinratkaisua.

5 Kuvio 2 esittää kaaviomaisesti toista tunnetun tekniikan mukaista suodatinratkaisua.

Kuvio 3 esittää kaaviomaisesti keksinnön mukaista suodatinratkaisua.

10 Kuvio 4 esittää graafisesti keksinnön mukaisen ja kaupallisen hiukkassuodattimen painehäviöitä.

Kuvio 5 esittää graafisesti keksinnön mukaisen suodattimen erotusastetta ilmavirtauksen funktiona.

15 Kuvio 6 esittää graafisesti tunnetun tekniikan ja keksinnön vertailua hiukkaserotusastetta.

Kuvio 7 esittää sivukuvana keksinnön mukaista sähkösuodatinta.

20 Kuvio 8 esittää kuvion 7 mukaista suodatinta ilman virtaussuunnasta nähtynä.

Kuvio 9 esittää kuvion 7 mukaista suodatinta ilman virtaussuunnasta nähtynä ilman varaussyksikköä.

25 Kuvio 10 esittää kuvion 7 mukaista suodatinta takaapäin (virtaussuuntaa vastaan) nähtynä.

Keksintöä tarkastellaan seuraavassa esitettyjen termien avulla:

- 30 1 varausosa
2 erotusosa, sähkösuodatin
3 ionien reitti
4 koronalanka

- 5 positiivinen varaus
- 6 ilman virtaus
- 7 kuitusuodatin
- 8 metalliverkko
- 5 9 erotuslevy
- 10 varausyksikkö
- 11 korkeajännite
- 12 kuitusuodatin
- 13 aktiivihiilisuodatin
- 10 14 aktiivihiilisuodattimen positiivien elektrodi
- 15 aktiivihiilisuodattimen maadoitettu elektrodi

Keksinnön mukaisen ratkaisun periaate on esitetty kuviossa 3. Suodattimessa käytetään hyväksi sähköisiä voimia varaamalla hiukkaset esim. koronalankojen 4 avulla

15 tuotettujen koronapurkauksen avulla ja keräämällä ne sähkökentän avulla kerääjäyksikössä 2. Varaaja- 10 ja keruuosassa 2 voidaan käyttää tyypillisesti luokkaa 8 - 10 kV olevia jännitteitä. Sähköisten voimien avulla saavutetaan tehokas suodatus myös pienhiukkasille ilman korkeaa painehäviötä.

20 Uusi piirre suodattimessa on se, että molemmat elektrodit 14 ja 15 on valmistettu aktiivihiiltä tai muuta kaasuja suodattavaa ainetta sisältävästä materiaalista, joka on heikosti sähköä johtavaa. Tässä tapauksessa sähköä heikosti johtavalla materiaalilla tarkoitetaan materiaalia, jonka pintavastus on luokkaa 10^9 - 10^{15} ohmia.

25 Elektrodit 14 ja 15 ovat siis tyypillisesti huokoista materiaalia. Yksi elektrodin 14 materiaali voi olla esimerkiksi sähköä heikosti johtava huokoinen polymeeri. Elektrodien 14 ja 15 väliin on laitettu karkeasuodatinmateriaalia (kuitusuodatin) 12, joka on edullista ja jolla on alhainen painehäviö. Suodatinmateriaalina voidaan käyttää myös muita ilmaa läpäiseviä materiaaleja edellyttäen että ne ovat riittävän huokoisia.

30 Kuitusuodatin 12 toimii samalla myös korkeajännitteisten elektrodien 14 ja maadoitettujen elektrodien 15 erottimena estäen läpilyönnit.

Kuvion 3 mukaisesti elektrodirakenteet 15 sijoitetaan edullisesti siten, että ne muodostavat pussimaisia taskuja joiden läpi suodatettava kaasu joutuu kulkemaan. Kuitusuodatin 12 ja elektrodi 14 sijoitetaan pussimaisen elektrodin 15 sisälle siten että elektrodit 14 ja 15 ovat likimain yhdensuuntaisia. Kuitusuodattimen 12 syvyys ilman virtaussuunnassa voi olla enimmillään sama kuin pussimaisen elektrodin 15 muodostaman taskun syvyys.

Elektrodit 14 ja 15 on sijoitettu olennaisesti kaasun virtaussuunnan mukaiseksi. Keksinnön mukaisesti tämä tarkoittaa sitä, että elektrodien 14 ja 15 kulma virtaussuuntaan nähden ei ole suurempi kuin 45° . Kulmatarkastelussa tulee ottaa huomioon elektrodien efektiivinen alue. Elektrodien 14 ja 15 vähäisillä taitealueilla, joiden osuus virtauksesta on muutamia prosentteja, saattaa elektrodien kulma poiketa edellä esitetystä raja-arvosta.

Selvyyden vuoksi poikittaisilla, ei keksinnön piiriin kuuluvien elektrodien kulma virtauksen suuntaan nähden on tyypillisesti 90° .

Sähköisen suodatustehon saamiseksi riittävälle tasolle, tulee elektrodien 14 ja 15 välillä olla korkea jännitepotentialiero. Tämä voidaan toteuttaa eri tavoin, mutta käytännössä yksinkertaisin rakenne on sellainen että elektrodi 14 on kytketty korkeaan jännitteeseen ja elektrodi 15 on maadoitettu kuvion 3 mukaisesti. Tämä elektrodi voidaan myös jättää kelluvaksi, mutta tällöin suodatusteho voi heikentyä.

Luonnollisesti kuviossa 3 voidaan maadoitetun ja jännitteellisen elektrodien paikat vaihtaa, toisin sanoen korkea jännite voidaan kytkeä elektrodiin 15 ja elektrodi 14 voidaan maadoittaa tai jättää kelluvaksi.

Keksinnön mukaisessa ratkaisussa suodatinmateriaalia sisältävä osa 12 on edullisesti vaihdettava. Vaihtoehtoisesti koko keruuos 2 voi olla vaihdettava. Vaihtoväli riippuu ympäristön olosuhteista ja ilmajärrasta. Mikäli ratkaisua käytetään huonekohtaiseen tuloilman suodatukseseen, voi vaihtoväli olla luokkaa 1000- 3000 tuntia eli selvästi yli kertaluokan suurempi kuin nykyisillä keskusilmastointikoneeseen asennettavilla kaasusuodattimilla. Koska ilmanvaihto käy tyypillisesti vain osan vuorokaudesta, on

vaihtoväli on luokkaa 6 - 12 kk. Ratkaisun kallein osa eli korkeajännitelähde ja varaaja 10 ovat sen sijaan pysyviä, mikä alentaa suodattimen käyttökustannuksia. Suodatuksen kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa kustannukset muodostuvat alhaisiksi koko suodattimen käyttöiälle.

5

Ratkaisussa on yhdistetty kompaktisti sekä hiukkas- että kaasusuodatus. Tilantarve on selvästi pienempi kuin vastaavantehoisilla erillisillä suodattimilla (kaasusuodatin + hiukkassuodatin). Esimerkiksi ilmavirralla 50 l/s on tilantarve luokkaa 0,3m x 0,3m x 0,3m³. Ulkomittoja voidaan pienentää tästäkin ilman että hiukkassuodattimen tehokkuus 10 heikkenee, mutta samalla vähenee kaasusuodattimen kapasiteetti (vaihtoväli lyhenee).

Tässä keksinnössä käytetään elektrodeina heikosti sähköä johtavaa materiaalia. Tämä rajoittaa virran kasvua mahdollisen oikosulun sattuessa jolloin suodattimen toimintakyky pysyy yllä sellaisissakin vikatilanteissa joissa muut sähköiset suodattimet 15 eivät enää toimi.

MITTAUSTULOKSIA

Ratkaisusta on tehty prototyypisuodatin, jonka alustavia mittaustuloksia on esitetty 20 kuvioissa 4 - 6. Prototyypin ulkomitat ovat luokkaa 30 cm x 30 cm x 30 cm. Prototyypissä ei ole tehty suodattimen ominaisuuksien optimointia, joten on todennäköistä että materiaalivalinnoilla sekä rakenteen muutoksilla voidaan saavuttaa vielä parempia arvoja. Tulokset kuitenkin osoittavat, että jo nykyisellä tasolla saavutetaan tehokas hiukkas- ja kaasusuodatus alhaisella painehäviöllä.

25

Tämän keksinnön ja erään tunnetun valmistajan samaa kokoluokkaa olevan hiukkassuodattimen painehäviöt on esitetty kuviossa 4. Hiukkassuodatin on HEPA- 30 luokkaa, erotusasteen ollessa >95 % 0,3 µm kokoisille hiukkasille, eli suodatustehokkuus on samaa luokkaa kuin tällä keksinnöllä. Kuvasta nähdään, että jo pelkästään hiukkassuodattimen painehäviö on suurempi kuin tämän keksinnön.

Prototyypisuodattimen suodatustehokkuus testikaasulle (yleisesti testikaasuna käytetylle tolueenille) on esitetty kuviossa 5. Kuvioista nähdään, että ilmavirran

kasvaessa läpäisy kasvaa (erotusaste alenee), mutta että vielä ilmavirralla 50 l/s se on luokkaa 95 %. Tämä on samaa luokkaa kuin kaupallisilla valmistajilla olevien yhdistettyjen kaasu- ja hiukkassuodattimien erotusasteet kaasuille.

- 5 Kuviossa 6 on verrattu tämän keksinnön erotuskykyä kaupallisiin tuotteisiin. Ilman sähköisiä voimia ($U=0$ kV) suodattimen erotuskyky on todella vaatimaton, mutta hiukkasten varaamisen ja sähkökentän avulla erotuskyky kasvaa huomasti. Kaupallisilla yhdistelmäsuodattimilla erotuskyky pienhiukkasille on varsin vaatimaton, kun taas aktiivihilipusseilla varustettu suodatin erottaa $0,3 \mu\text{m}$ kokoisista hiukkasista yli 95 %, kun ilmavirta on luokkaa 50 l/s. Juuri pienhiukkaset ovat ihmisen terveydelle vaarallisia, koska ne kulkeutuvat keuhkojen syvimpiin osiin asti.
- 10

- Kuvioissa 7-10 on esitetty valokuvien avulla kuviossa 3 esitettyä rakennetta. Kuvioista käy ilmi aktiivihilielektrodien 15 pussimaisuus sekä modulaarinen rakenne, jonka ansiosta suodattimen kokoa on helppo poikittaissuunnassa muuttaa lisäämällä "pussielementtejä".
- 15

- Keksinnön mukaisesti voidaan toinen elektrodeista tehdä sähköä johtavasta materiaalista. Tässä tapauksessa pussimaisen elektrodin tulee olla heikosti sähköä johtavaa materiaalia.
- 20

YHTEENVETO

- Tämän keksinnön avulla voidaan suodattaa ihmisen terveyden kannalta vaarallisimmat pienhiukkaset tehokkaasti ja taloudellisesti. Lisäksi kaasusuodatuksen ansiosta voidaan poistaa terveydelle haitallisia kaasuja ja epämiellyttäviä hajuja. Sopivilla materiaali- ja impregnointiaineiden valinnalla ratkaisulla voidaan suojata myös tuotteita ja laitteita syöpymiseltä ja hapettumiselta.
- 25

- Hyvien suoritusarvojen sekä yksinkertaisen rakenteensa ansiosta ratkaisulla on runsaasti sovellutuskohteita ilman tai muun kaasun puhdistuksessa.
- 30

Patenttivaatimukset:

1. Yhdistetty kaasu- ja sähkösuodatinrakenne (2), joka käsittää

- 5 – ensimmäiset elektrodit (14),
- toiset elektrodit (15), jotka on sähköisesti eristetty ensimmäisistä elektrodeista (14), ja
- 10 – hiukkassuodattimena toimivan eristemateriaalin (12), joka on sijoitettu ensimmäisten (14) ja toisten elektrodien (15) väliin,
- elektrodien (14, 15) välillä on sähköpotentiaaliero sähkökentän aikaansaamiseksi elektrodien (14, 15) väliseen tilaan,

15 tunnettu siitä, että

- ainakin toisen elektrodin (14, 15) materiaali (14, 15) on ilmaa läpäisevä ja kaasuja suodattavaa, sähköä heikosti johtavaa materiaalia kuten aktiivihiihtä,
- 20 – molemmat elektrodit (14, 15) on sijoitettu olennaisesti ilman virtaussuunnan mukaisesti, ja
- kaasuja suodattava elektrodi (15) on muodostettu pussimaiseksi.

25 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen sähkösuodatinrakenne (2), tunnettu siitä, että yhden heikosti sähköä johtavan elektrodin (15) rakenne on pussimainen ja sen sisälle on järjestetty hiukkasten suodatus suodatinmateriaalin (12) ja elektrodien (14, 15) avulla.

30

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen sähkösuodatinrakenne (2), tunnettu siitä, että toinen elektrodeista (14, 15) on sähköä heikosti johtavaa ja toinen sähköä johtavaa materiaalia.

5 4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen sähkösuodatinrakenne (2), tunnettu siitä, että toinen elektrodeista (14, 15) on kytketty maapotentiaaliin ja toinen korkeampaan potentiaaliin.

10 5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen sähkösuodatinrakenne (2), tunnettu siitä, että toinen elektrodeista (14, 15) on jätetty kelluvaksi ja toinen on kytketty maapotentiaaliin.

15 6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen sähkösuodatinrakenne (2), tunnettu siitä, että elektrodit (14, 15) on järjestetty siten, että ainakin pääosa ilmavirtauksesta on järjestetty kulkemaan pussimaisen elektrodin (15) läpi.

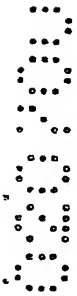
7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen sähkösuodatinrakenne (2), tunnettu siitä, suodattimen (2) edelle ilmavirran reitillä on järjestetty suodatettavia partikkeleja varaava varausosa (1).

20 8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen sähkösuodatinrakenne (2), tunnettu siitä, että suodatinmateriaali (12) on järjestetty vaihdettavaksi.

(57) Tiivistelmä:

Tässä julkaisussa on kuvattu sähkösuodatinrakenne (2), joka käsittää ensimmäiset sähköpotentiaaliin kytketyt elektrodit (14), toiset elektrodit (15), jotka on sähköisesti eristetty ensimmäisistä elektrodeista (14), ja suodattimena toimivan eristemateriaalin (12), joka on sijoitettu ensimmäisten (14) ja toisten elektrodien (15) väliin. Keksinnön mukaan molemmissa elektrodeissa käytetään elektrodimateriaalina (14, 15) kaasua läpäisevää ja sitä suodattavaa, sähköä heikosti johtavaa materiaalia kuten aktiivihiiltä, ja molemmat elektrodit (14, 15) on sijoitettu olennaisesti kaasun virtaussuunnan mukaisesti.

(Kuvio 3)



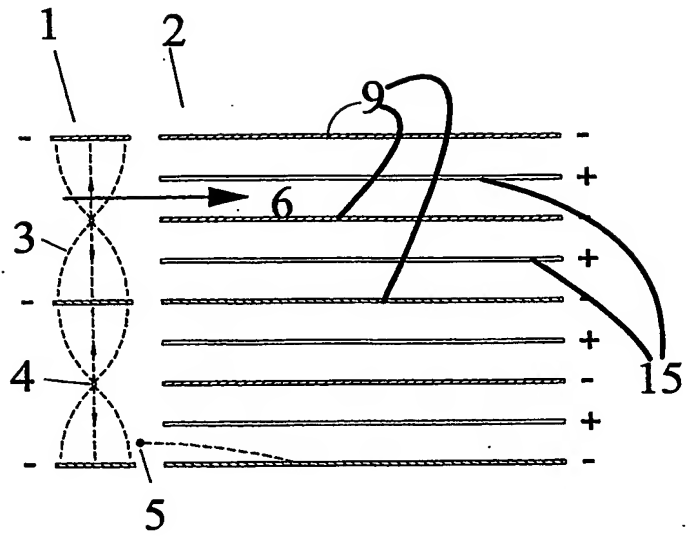


Fig. 1

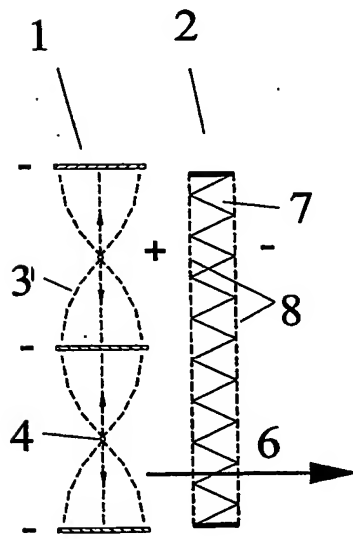


Fig. 2

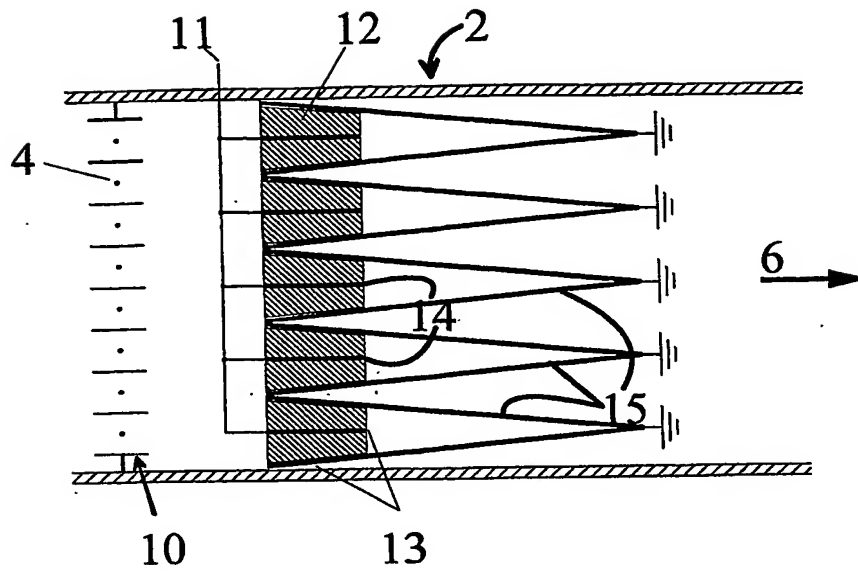


Fig. 3

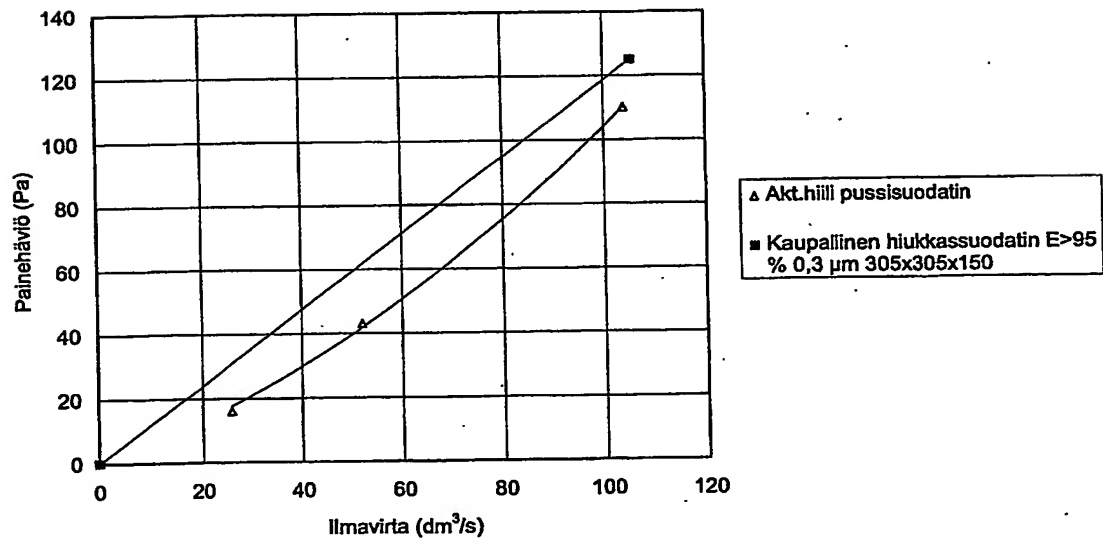


Fig. 4

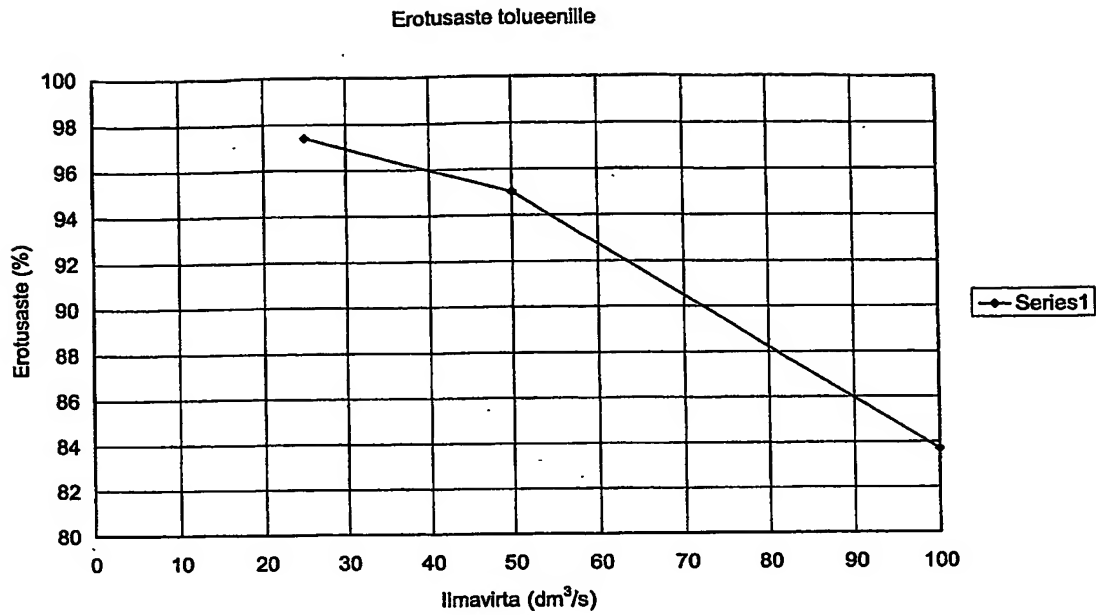


Fig. 5

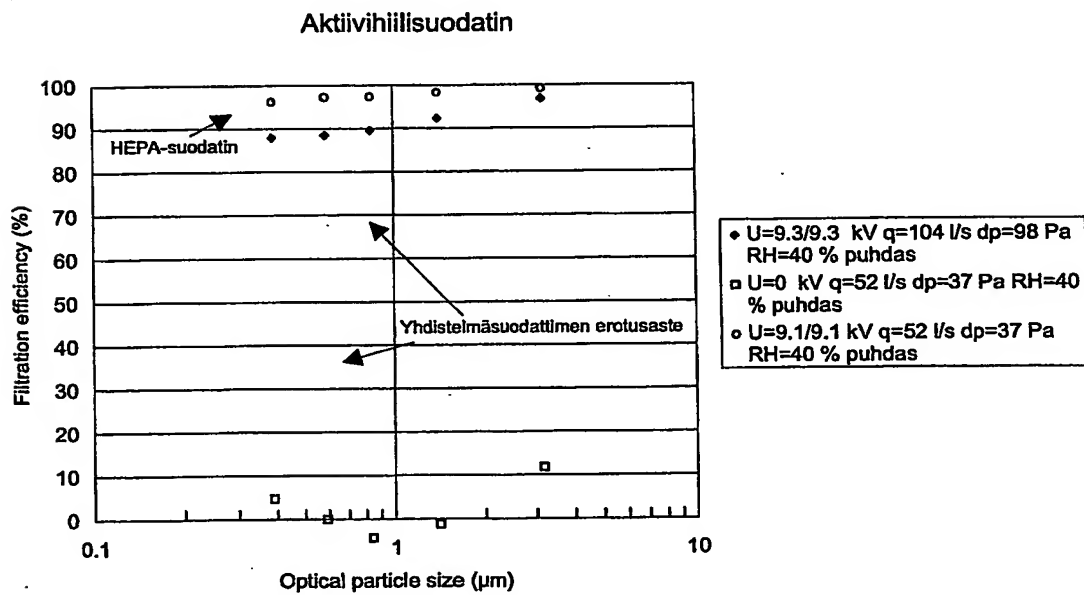


Fig. 6

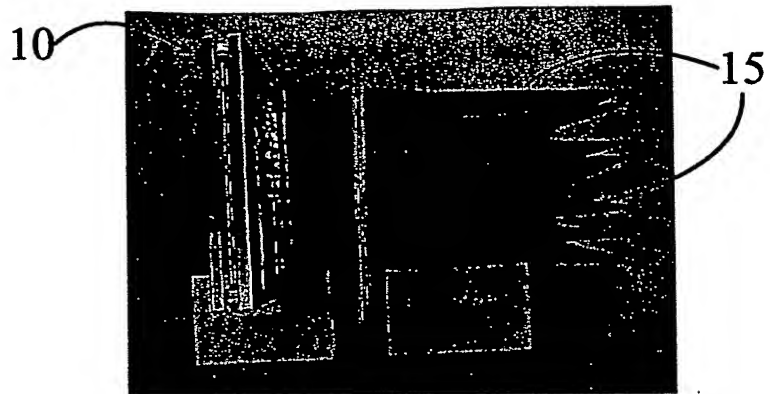


Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

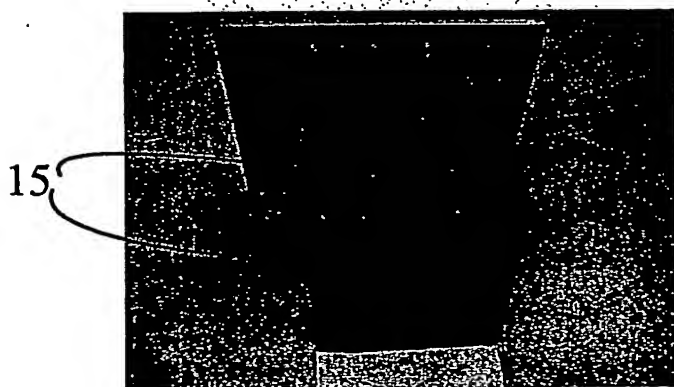


Fig. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.